



CONFEDERAZIONE SVIZZERA

UFFICIO FEDERALE DELLA PROPRIETÀ INTELLETTUALE

⑤ Int. Cl.³: G 01 K

11/12

Brevetto d'invenzione rilasciato per la Svizzera ed il Liechtenstein

Trattato sui brevetti, del 22 dicembre 1978, fra la Svizzera ed il Liechtenstein

⑫ FASCICOLO DEL BREVETTO A5

⑪

642 746

⑳ Numero della domanda: 4377/80

㉔ Data di deposito: 06.06.1980

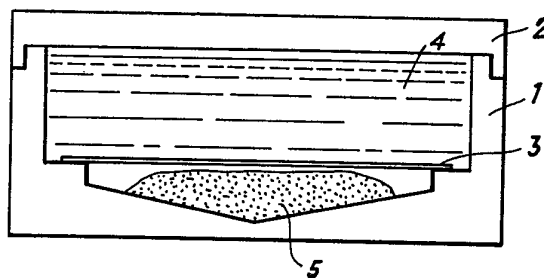
㉓ Priorità: 08.06.1979 IT 23388/79

㉒ Brevetto rilasciato il: 30.04.1984

㉑ Fascicolo del
brevetto pubblicato il: 30.04.1984㉒ Titolare/Titolari:
Franco Sala, Milano (IT)㉒ Inventore/Inventori:
Franco Sala, Milano (IT)㉒ Mandatario:
Micheli & Cie, ingénieurs-conseils, Genève**⑤4 Procedimento e dispositivo per rilevare scongelamenti anche temporanei.**

⑤7 Il procedimento per rilevare scongelamenti anche temporanei di prodotti prevede di utilizzare una soluzione salina (4) acquosa mantenuta separata da un elemento colorante (5) mediante una lamina di vetro (3) che viene infranta all'atto del congelamento a causa dell'aumento di volume della soluzione.

La soluzione è scelta in funzione del suo punto eutettico in modo da liquefare quando la temperatura raggiunge un valore predeterminato, permettendo così la diffusione del colorante nella soluzione.



RIVENDICAZIONI

1. Procedimento per rilevare e segnalare l'avvenuto scongelamento anche temporaneo di prodotti, caratterizzato dal fatto che una soluzione salina acquosa e un elemento colorante sono mantenuti separati meccanicamente da un mezzo, che detto mezzo viene rotto dalla variazione di volume della suddetta soluzione all'atto del congelamento, quando la soluzione e l'elemento colorante non possono mescolarsi per il loro stato fisico, in modo tale che qualsiasi successivo innalzamento della temperatura dia luogo ad una interazione visibile ed irreversibile fra soluzione e colorante.

2. Procedimento secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che la temperatura del punto eutettico della soluzione salina viene assunta quale temperatura di taratura in cui avviene il rilevamento dello scongelamento.

3. Procedimento secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che l'elemento colorante è costituito da parti protette da uno strato ritardante, in modo tale da determinare un'azione di ritardo nella detta interazione visibile e irreversibile.

4. Procedimento secondo la rivendicazione 3, in cui detto tempo di ritardo è direttamente proporzionale allo spessore della membrana dei granuli contenenti il mezzo indicatore colorante e inversamente proporzionale alla temperatura a cui avviene il contatto tra soluzione acquosa salina liquida e mezzo indicatore granulato.

5. Procedimento secondo la rivendicazione 4, in cui il colorante è sottoforma di granuli rivestiti da una membrana.

6. Dispositivo per la messa in opera del procedimento secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto di prevedere, all'interno di un contenitore rigido (1), una soluzione acquosa salina (4) prescelta in funzione della temperatura di taratura del dispositivo ed un colorante (5) mantenuti separati da un mezzo meccanico (3) frangibile per effetto dell'aumento di volume di detta soluzione durante il congelamento.

7. Dispositivo secondo le rivendicazioni 3 e 6, caratterizzato dal fatto che detta soluzione acquosa salina è prescelta in funzione della sua temperatura eutettica ed il detto colorante è sotto forma di parti ricoperte da uno strato ritardante per determinare un tempo di ritardo dell'interazione visibile e irreversibile.

8. Dispositivo secondo le rivendicazioni 4, 6 e 7, caratterizzato dal fatto che dette parti ricoperte da strato ritardante sono costituite da granuli rivestiti da una membrana.

9. Dispositivo secondo le rivendicazioni 3 e 6 caratterizzato dal fatto di prevedere l'associazione di più contenitori ciascuno dei quali contiene una soluzione salina (22) con punto eutettico diverso da quello delle altre soluzioni e mezzi indicatori (20) a diverso colore trattati in modo da fornire lo stesso ritardo nella cessione del colore.

10. Dispositivo secondo le rivendicazioni da 6 a 8 caratterizzato dal fatto di prevedere l'associazione di più contenitori contenenti la stessa soluzione salina acquosa e mezzi indicatori diversi trattati in modo da fornire ritardi prestabiliti e diversi nella cessione del colore alla soluzione salina liquida.

11. Dispositivo secondo la rivendicazione 6 in cui detto mezzo indicatore colorante è formato dall'unione di due o più coloranti diversi ciascuno trattato in modo da cedere il colore alla soluzione liquida con tempi di ritardo differenti.

temporaneo di prodotti in cui una soluzione salina acquosa e un elemento colorante sono mantenuti separati meccanicamente da un mezzo che viene rotto dalla variazione di volume della suddetta soluzione all'atto del congelamento, quando la soluzione e l'elemento colorante non possono mescolarsi per il loro stato fisico, in modo tale che qualsiasi successivo innalzamento della temperatura dia luogo ad una interazione visibile ed irreversibile fra soluzione e colorante.

10 Molti prodotti, ad esempio in campo alimentare, chimico o farmaceutico, devono essere conservati a basse temperature. Un eventuale scongelamento, pur se accidentale e temporaneo, può avviare questi prodotti o modificarne le caratteristiche senza che il consumatore se ne avveda, in quanto l'aspetto esteriore, se successivamente ricongelati, può rimanere immutato.

Se si considerano inoltre le eventuali possibili conseguenze dell'utilizzazione dei prodotti avariati, si può ben comprendere l'utilità di un metodo e/o di dispositivi che permettono di segnalare un avvenuto scongelamento, anche se temporaneo, in modo irreversibile e attraverso indicazioni facilmente rilevabili e comprensibili da chiunque.

Nel caso particolare poi di prodotti alimentari quali ad esempio i surgelati, tali mezzi, oltre a fornire indicazioni sicure ed immediatamente rilevabili, dovranno essere estremamente economici onde permetterne l'applicazione anche a prodotti di largo consumo senza incidere sui costi di produzione.

Esistono mezzi in grado di segnalare quando un prodotto surgelato viene portato a temperature superiori a quella prescritta, ma tali mezzi hanno scarsa efficacia pratica in quanto o hanno una azione talmente rapida da indicare anche variazioni di temperatura intervenute per un tempo talmente breve da non influire sul prodotto, oppure forniscono indicazioni di difficile lettura, in quanto basate su una integrazione continua tra temperatura di esposizione, e tempo di permanenza a quella temperatura, senza per altro fornire indicazioni realmente utili sulle modificazioni subite dal prodotto. Riferendosi sempre, a titolo di esempio, al caso particolare degli alimenti surgelati, va notato che per una perfetta conservazione del prodotto è essenziale una ininterrotta continuità della cosiddetta «catena dal freddo».

Recenti studi hanno infatti dimostrato che un'insufficiente temperatura di regime oppure variazioni saltuarie e ricorrenti di temperatura provocano fenomeni di ricristallizzazione dell'acqua presente nelle cellule del prodotto, con una conseguente formazione di cristalli sempre più grandi che possono provocare la rottura delle cellule stesse permettendo a substrati ed enzimi di venire a contatto dando inizio a quelle alterazioni che l'alto freddo impedisce. Dal momento che l'attività enzimatica non viene arrestata dal freddo ma viene solamente rallentata, è chiaro che un innalzamento anche parziale della temperatura, specie se ricorrente, può creare le condizioni che permettono un deterioramento delle qualità del prodotto. D'altra parte il surgelato possiede una certa inerzia termica dovuta alle frigorifiche immagazzinate e alla massa, e una protezione contro le subitanee variazioni di temperatura dell'ambiente, dovuta all'isolamento offerto dall'imballo, per cui la permanenza a temperature inadatte per tempi molto brevi, come potrebbe verificarsi ad esempio durante le operazioni di trasporto, non è in grado di influire sulle qualità del prodotto.

Ecco dunque la necessità di un indicatore di scongelamento che non segnali istantaneamente la variazione di temperatura esterna, ma piuttosto segua, entro certi limiti, la vita del prodotto surgelato dall'interno dell'imballaggio e tenga conto non dei singoli brevi innalzamenti di tempe-

La presente invenzione propone un procedimento e dispositivo atti a segnalare l'avvenuto scongelamento, anche

ratura ma semmai della somma delle ripetute variazioni di temperatura o dei lunghi periodi a temperatura inadatta. L'indicatore cioè deve possedere un «tempo di ritardo», che possa oltretutto essere scelto tenendo conto degli inevitabili brevi sbalzi termici che anche la migliore «catena del freddo» non può evitare.

A tale scopo la presente invenzione propone un procedimento e relativo dispositivo, per rilevare e segnalare una eventuale permanenza, anche temporanea, alla temperatura di scongelamento, di prodotti che devono essere conservati a bassa temperatura, definiti nelle rivendicazioni 1 e 6.

Concetto essenziale dell'invenzione è anche lo sfruttamento delle caratteristiche di temperatura del punto eutettico della soluzione salina che costituisce la temperatura di taratura in cui avviene il rilevamento dello scongelamento.

Si sfrutta cioè il principio secondo cui, a temperatura inferiore al punto eutettico, una soluzione salina acquosa si trova completamente allo stato solido (ad esempio ghiaccio più sale solido).

Tale temperatura, diversa per le diverse soluzioni o miscele di soluzioni prescelte, viene utilizzata quale temperatura di taratura del dispositivo.

Prendendo in considerazione il diagramma di congelamento di una soluzione salina acquosa (fig. 8) si nota che, se si prende una soluzione acquosa con percentuale di sale, ad esempio C_3 , all'abbassarsi della temperatura da T_a a T_b , fino al punto B la soluzione non congela. Arrivata al punto B, se la temperatura esterna è inferiore a T_b , dalla soluzione comincia a separarsi ghiaccio, e quindi aumenta la concentrazione della soluzione salina. Ciò fin tanto che, arrivata la temperatura di tutta la soluzione a T_e , quasi tutta l'acqua si è separata dal ghiaccio, e il sale è cristallizzato. Al punto E della curva (punto eutettico) coesistono in equilibrio acqua, ghiaccio e sale solido. Al di sotto del punto E coesistono soltanto ghiaccio e sale solido (eutettico solido). In fig. 8 la parte tratteggiata indica la zona in cui si hanno contemporaneamente soluzione e ghiaccio; la parte punteggiata indica la zona in cui coesistono ghiaccio ed eutettico solido.

La parte compresa fra il diagramma e l'ordinata T_e , rappresenta la zona in cui sono presenti contemporaneamente soluzione e sale.

Nella tabella A è riportato un breve elenco di possibili soluzioni saline con i rispettivi punti eutettici.

Sfruttando tale comportamento delle soluzioni saline acquose, si prevede di associare una soluzione salina acquosa con punto eutettico noto (PE), con un mezzo indicatore colorante, opportunamente trattato in modo da non disciogliersi nella soluzione liquida se non dopo un tempo di contatto predeterminato. Prima del congelamento tra la soluzione e il colorante è interposto un diaframma che ne impedisce il contatto. Durante l'abbassamento di temperatura al di sotto di 0° , il diaframma viene rotto o rimosso per effetto dell'aumento di volume dell'acqua che si separa dal sale in soluzione, ma non si ha mescolamento tra soluzione e colorante, dato lo stato solido in cui viene a trovarsi la soluzione stessa, non appena raggiunge e supera la temperatura corrispondente al PE.

Se si verifica una temporanea permanenza a temperatura superiore al PE, si ha la fusione della soluzione e il contatto con il colorante in modo che, dopo un periodo di tempo predeterminato e dovuto al trattamento subito dal colorante stesso, la soluzione viene colorata e al successivo ricongelamento mantiene il colore assunto, in modo permanente.

Va notato che, laddove nel testo si parla di setto o diaframma, deve intendersi un qualsiasi mezzo che, sotto l'azione determinata dall'aumento di volume della soluzione

salina acquosa, indifferentemente si rompe, si lacera, si buca o viene spinto fuori dalla sua sede.

La presente invenzione, e in particolare i dispositivi per l'attuazione di detto metodo, saranno ora dettagliatamente descritti, a puro titolo di esempio non limitativo, con particolare riferimento alle figure allegate in cui:

la fig. 1 rappresenta la sezione di un dispositivo per l'attuazione del metodo secondo l'invenzione, in cui in un contenitore rigido la soluzione e il colorante sono mantenuti separati da un setto frangibile;

la fig. 2 rappresenta la sezione di un dispositivo per l'attuazione del metodo secondo l'invenzione in cui il colorante è posto in un contenitore frangibile immerso nella soluzione;

la fig. 3 rappresenta la sezione di un dispositivo per la attuazione del metodo secondo l'invenzione in cui soluzione e colorante sono separati da un setto amovibile;

La fig. 4 rappresenta la sezione di un dispositivo per l'attuazione del metodo secondo l'invenzione in cui è utilizzato un elemento separatore perforabile;

la fig. 5 rappresenta la sezione di più dispositivi per l'attuazione del metodo secondo l'invenzione, uniti assieme e tarati per differenti temperature di scongelamento;

la fig. 6 rappresenta la vista dall'alto di una particolare versione perfezionata di un dispositivo per l'attuazione del metodo secondo l'invenzione;

la fig. 7 rappresenta una sezione verticale del dispositivo di fig. 6 aperto;

la fig. 8 rappresenta una diagramma di congelamento di una soluzione salina acquosa.

Con riferimento alle fig. 1, una soluzione acquosa salina 4, di opportuna concentrazione, è racchiusa in un contenitore rigido in materiale indeformabile, atossico e resistente alle basse temperature, quale ad esempio il polistirolo (polistirene). Un coperchio 2, trasparente ed in materiale rigido, ad esempio il polistirolo «cristallo», chiude ermeticamente il contenitore 1.

La soluzione acquosa è separata tramite una parete 3 di materiale fragile, ad esempio una lamina di vetro pellicolare (setto frangibile), dal colorante indicato con 5.

La soluzione salina occupa tutto lo spazio a sua disposizione mentre il mezzo colorante, ad esempio un colorante alimentare in opportuna confezione, non occupa tutto lo spazio a sua disposizione, ma lascia sfogo all'aumento di volume della soluzione acquosa che, durante il congelamento o surgelamento, preme sul diaframma frantumandolo. Il mezzo indicatore colorante è preferibilmente trattato con tecniche derivanti dai metodi di «microincapsulazione» o simili, in modo da presentarsi sotto forma di granuli ciascuno dei quali è rivestito da una membrana, la cui natura chimica e il cui spessore permettono al colorante di venire a contatto con la soluzione acquosa salina prescelta, liquida, solamente dopo un tempo predeterminato. Tale tempo è direttamente proporzionale allo spessore della membrana e alle dimensioni dei granuli e inversamente proporzionale alla temperatura a cui avviene il contatto tra soluzione acquosa salina liquida e mezzo indicatore granulato, ed è indicato come «tempo di ritardo».

Durante il congelamento quindi, una volta rotto il diaframma, la soluzione viene a contatto con il colorante ma, sia perché solidifica rapidamente, sia per la presenza della membrana protettiva, non si colora.

In caso di scongelamento, dopo un tempo opportuno e determinabile in precedenza, la soluzione scioglie la membrana che riveste i granuli colorandosi irreversibilmente e, dall'avvenuta colorazione della soluzione in precedenza incolore, si può rilevare il fatto anche in seguito a successivo ricongelamento.

Una variante del dispositivo secondo l'invenzione è rappresentata in fig. 2. Essa consiste in un contenitore rigido 6 chiuso ermeticamente da un coperchio trasparente 7, contenente la soluzione salina acquosa 8. Il colorante 10 opportunamente trattato, è racchiuso in una capsula fragile 9 che viene frantumata dalla soluzione 8 mentre congela. In questo caso il citato setto frangibile è costituito dalla capsula fragile 9.

La fig. 3 rappresenta un'ulteriore variante del dispositivo secondo l'invenzione. In essa il contenitore è rappresentato da una capsula in materiale rigido 11, riempita dalla soluzione salina acquosa 12 e provvista di un pozzetto 13 con un foro chiuso da un diaframma a pressione 14. Durante il congelamento la soluzione 12 dilata e sposta il diaframma 14 causandone la fuoriuscita dalla sede e permettendo, al successivo disgelo, il contatto con il colorante 15 contenuto nel pozzetto.

Secondo un'ulteriore variante (fig. 4) la parete di separazione 16 (setto frangibile), può essere di materiale deformabile opportunamente teso, a contatto con elementi appuntiti o taglienti 17, e dividere il contenitore 18 in due scomparti. Quando la soluzione acquosa salina, presente nello scomparto superiore, gela, il suo aumento di volume preme la parete 16 contro gli elementi appuntiti 17 lacerandola. Dopo di che la soluzione, in caso di scongelamento, può venire a contatto allo stato liquido con il colorante presente nello scomparto inferiore.

Come si può notare da quanto precede, i dispositivi per la messa in opera del procedimento secondo l'invenzione possono essere tarati per una predeterminata temperatura (ad esempio prossima alla temperatura limite di un singolo prodotto) a seconda della soluzione salina acquosa utilizzata, e tale temperatura è corrispondente al punto eutetico della soluzione stessa.

È tuttavia possibile associare due o più dispositivi, ciascuno con una soluzione diversa da quella degli altri e quindi tarati per temperature diverse e naturalmente con coloranti di diverso colore. Si può inoltre prevedere l'associazione di due o più dispositivi contenenti la stessa soluzione salina, ma con coloranti differenti trattati diversamente in modo da fornire la colorazione dopo tempi diversi di permanenza a temperature superiori a quella di taratura.

Una tale versione del dispositivo (fig. 5) prevede l'involucro esterno 19 suddiviso in più scomparti indipendenti, ciascuno con il proprio colorante 20 separato da un setto frangibile 21 dalla soluzione 22, che potrà ugualmente essere diversa. In tal modo il dispositivo secondo l'invenzione potrà segnalare diversi gradi di scongelamento, o la permanenza a temperature troppo elevate per tempi diversi.

Una versione semplificata del dispositivo multiplo ora descritto, atto a rilevare tempi diversi di permanenza a temperatura superiore a quella di taratura, può essere costituita da un involucro rigido identico a quello descritto nella fig. 1, provvisto di un setto frangibile che divide la soluzione salina acquosa dal mezzo colorante indicatore. Quest'ultimo è formato da una miscela di due o più coloranti diversi, ciascuno trattato in modo tale da cedere il colore alla soluzione liquida, con cui eventualmente viene a contatto, dopo tempi diversi.

Si può anche prevedere di confezionare i diversi coloranti in uno o più elementi a strati successivi, in modo da essere ceduti alla soluzione l'uno dopo l'altro, ma con ritardi diversi sempre più lunghi.

È da notare il fatto che una delle caratteristiche precise dell'invenzione consiste nel prevedere i granuli di colorante rivestiti da una membrana che ne ritarda lo scioglimento in una soluzione acquosa salina. Questa caratte-

ristica comporta due vantaggi: innanzitutto permette di evitare gli inconvenienti dovuti al fatto che, a seconda della concentrazione, nell'intervallo tra il punto di congelamento e il punto eutetico di una soluzione salina, permane una soluzione liquida che, venendo a contatto con il colorante, può causare il mutamento di colore dell'indicatore.

In secondo luogo, dato che per ogni permanenza anche breve del dispositivo ad una temperatura superiore a quella prevista il tempo di ritardo diminuisce, i dispositivi secondo l'invenzione «memorizzano» gli eventuali sbalzi termici, diminuendo sempre di più il margine di ritardo per cui era stato tarato il dispositivo, fin tanto che non inizia la colorazione irreversibile. Tale fenomeno avviene perché ogni qualvolta la soluzione allo stato liquido è a contatto con i granuli contenenti il colorante, li aggredisce, per fermarsi quando ritorna allo stato solido. La somma delle varie aggressioni più o meno prolungate, porta al punto in cui inizia la diffusione del colorante e quindi il viraggio dell'indicatore. Ciò coincide con l'esaurimento del «tempo di ritardo». Ciò è importante perché, mentre brevi aumenti di temperatura possono non essere singolarmente dannosi per il prodotto, possono diventarlo se ripetuti.

Allo scopo di poter consentire quei brevissimi periodi di esposizione del prodotto a temperature superiori a quelle ottimali di conservazione, i quali non influiscono significativamente sul prodotto stesso, (ad esempio il temporaneo prelievo di un surgelato dal banco frigorifero da parte della massaia, per la sua valutazione prima dell'acquisto) è possibile prevedere l'introduzione di un «tempo morto» durante il quale soluzione salina liquida e il mezzo di colorante non iniziano ad interagire.

A titolo di maggior chiarimento, verrà ora fornito un esempio non limitativo di applicazione del metodo secondo l'invenzione.

Il dispositivo utilizzato nell'esempio che segue, è stato studiato in particolare per i prodotti alimentari surgelati.

Esempio

Il dispositivo fig. 6 utilizzato per l'esperimento è costituito da un contenitore 23 a forma di parallelepipedo quadrato di base 22 mm e altezza 8,8 mm.

Il contenitore 23 è costituito da una base 24 chiusa da un coperchio 25 inseribile a pressione. La base 24 e il coperchio 25 hanno i bordi sagomati in modo da costituire un incastro.

Nel fondo della base è ricavato un pozzetto 28, quadrato, di lato mm 5 e profondo mm 2 ed è previsto un gradino superiore (31) con lato di mm 15,40.

Le pareti del pozzetto sono equidistanti da quelle interne 27 del coperchio per favorire una regolare diffusione del colorante nella soluzione.

Il coperchio presenta una parte circolare centrale 29, sporgente verso l'interno, a facce oblique sfaccettate 30.

Lo spessore della parte 29 è studiato in modo da distribuire la bolla d'aria, che si forma quando la soluzione liquida penetra nel pozzetto del mezzo indicatore, il più omogeneamente possibile alla base del coperchio e nello stesso tempo, impedire, mediante le sfaccettature, la visualizzazione dei particolari interni del dispositivo, (prima dell'uso e dopo la fusione della soluzione). Gli spigoli interni del coperchio sono arrotondati, allo scopo di favorire una miglior distribuzione della bolla d'aria.

Il setto frangibile (non indicato in figura) è costituito da un vetro pellicolare quadrato di lato mm 20 e spessore mm 0,130-0,145.

È stata scelta la forma quadrata in quanto per il vetro non è risultata la più economica.

Il setto frangibile è incollato al bordo inferiore 26 del coperchio mediante uno strato di gomma siliconica autolivellante tipo Silastic RTV 734 (Trademark).

In tal modo si ottiene un triplice scopo:

- a) la chiusura a pressione ed incastro di coperchio e base fissa il diaframma nella posizione voluta, permettendo a una parte di collante di infiltrarsi lungo i bordi di contatto tra coperchio e base, contribuendo quindi alla tenuta del dispositivo;
- b) essendo il collante posto superiormente al diaframma, non «ammortizza» la pressione di dilatazione della soluzione congelante, e favorisce la frattura del vetrino;
- c) il diaframma, oltre che incollato, è trattenuto fra base e coperchio in modo da rendere ancor più efficace la frattura.

La lunghezza del gradino 31, che assieme al bordo inferiore 26 del coperchio trattiene il setto frangibile, è tale da permettere, sotto la pressione della soluzione congelante, un incurvamento del diaframma abbastanza elevato da superare la freccia limite di rottura.

I materiali con cui è costituito il dispositivo sono il polistirolo bianco opaco per la base 24 ed il polistirolo cristallo (trasparente), per il coperchio 25.

La scelta di tali materiali è dovuta alle loro caratteristiche di atossicità alle basse temperature e di basso costo.

Come soluzione si è scelta una soluzione acquosa salina 19,7% di Ammonio Cloruro (NH Cl) e come mezzo indicatore il colorante alimentare E 124 (rosso) microincapsulato in modo da fornire un «tempo di ritardo» di un'ora. Tale colorante è stato scelto sia perché di tipo alimentare (anche se tale requisito non appare indispensabile essendo la sostanza isolata all'interno del dispositivo indicatore), sia perché, tra gli oltre 50 coloranti di vario genere sperimentati, offre ottima solubilità in ammonio cloruro, ottimo colore rosso saturo, ottima stabilità alla luce.

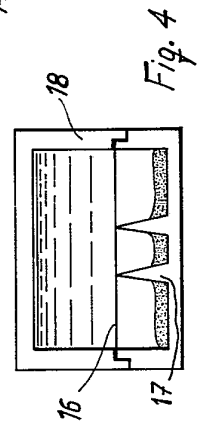
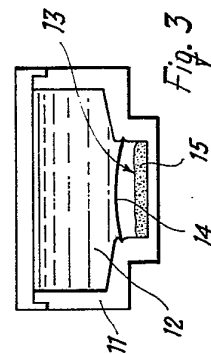
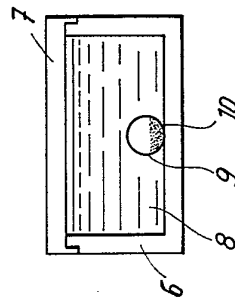
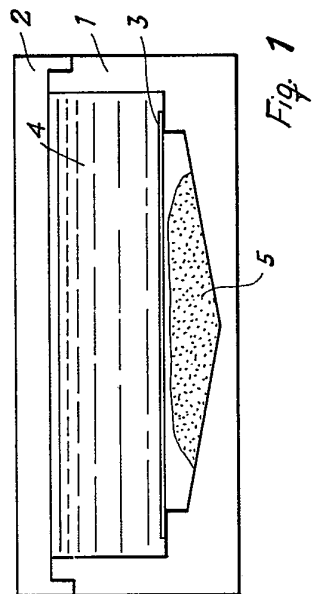
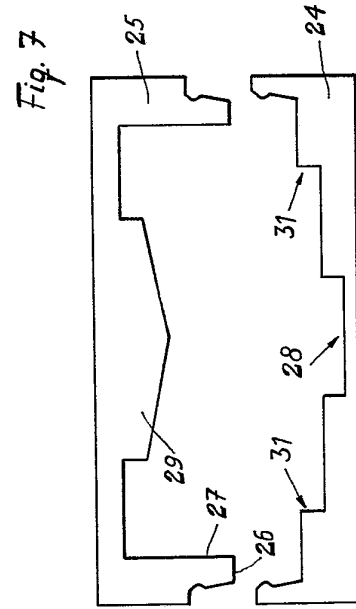
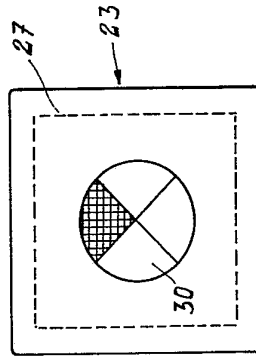
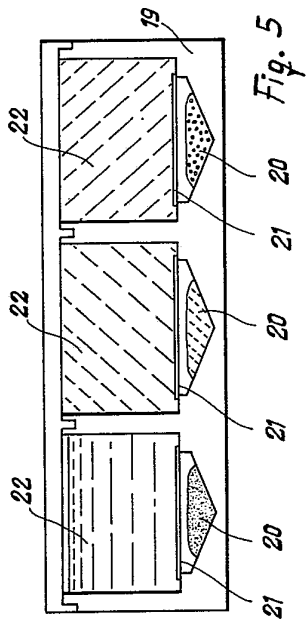
Quale variante, è stato sperimentato anche il giallo E 102, che fornisce risultati sovrapponibili al precedente.

La scelta della soluzione di ammonio cloruro, non tossica alla concentrazione e nella quantità utilizzata, è dovuta al fatto che il suo punto eutectico è pari a 15,8°C, mentre i surgelati, nella maggior parte dei paesi, vengono conservati alla temperatura massima di 18°C. Mantenuto a questa temperatura, l'ammonio cloruro è senz'altro allo stato solido e di colore bianco candido. La scelta di una concentrazione elevata (19,7% pari alla concentrazione eutectica) fa sì che il punto di congelamento e il punto eutectico siano molto vicini, quindi con un minimo intervallo durante il quale, nella fase di raffreddamento, la soluzione salina liquida sta a contatto con il mezzo indicatore colorato.

15

TABELLA A

	Maleato disodico	— 0,4°C
	Solfato di sodio	— 1,1°C
	Citrato monosodico	— 2,0°C
20	Carbonato di sodio	— 2,1°C
	Nitrato di potassio	— 2,9°C
	Solfato di magnesio	— 4,0°C
	Citrato trisodico	— 6,9°C
	Cloruro di potassio	— 10,7°C
25	Citrato disodico	— 12,0°C
	Bromuro di potassio	— 13,0°C
	<i>Cloruro di ammonio</i>	— 15,4°C
	Citrato dipotassico	— 15,6°C
30	Nitrato di sodio	— 18,5°C
	Cloruro di sodio	— 21,8°C
	Bromuro di sodio	— 28,0°C
	Cloruro di magnesio	— 33,6°C
	Carbonato di potassio	— 36,5°C
35	Citrato tripotassico	— 40,0°C



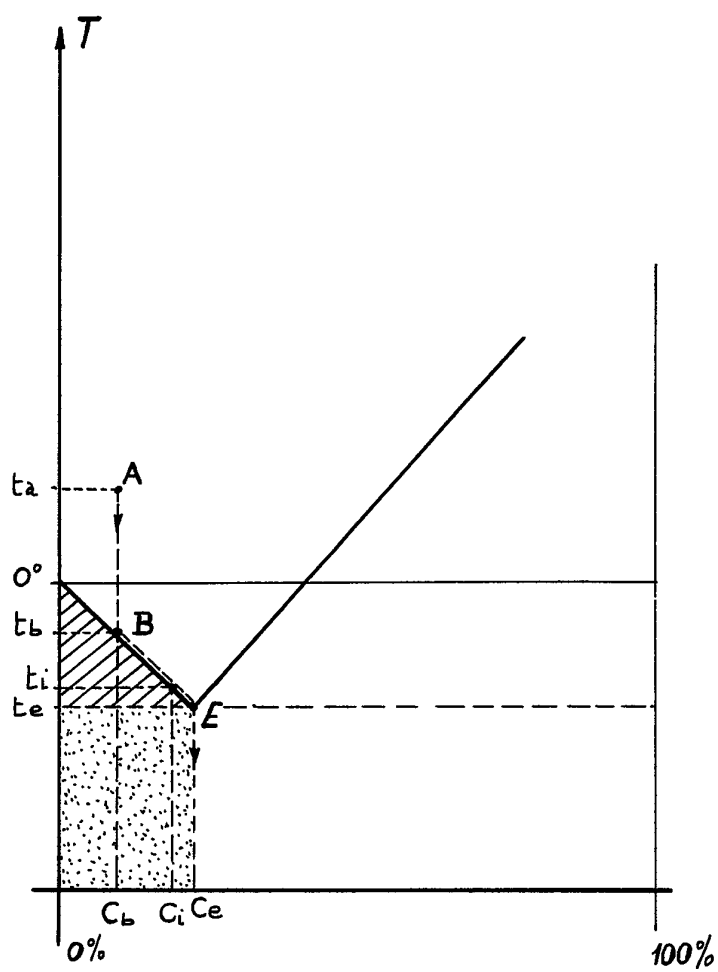


Fig. 8